

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 1 3 5 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 7 1 3 5 7]

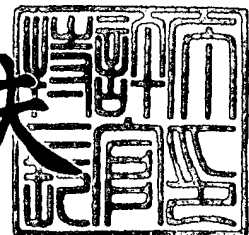
出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社
 株式会社豊田自動織機

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年 1 2 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫





PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Masahiko KIMBARA et al.

Application No.: 10/796,020

Group Art Unit: 3744

Filed: March 10, 2004

Docket No.: 119050

For: FUEL CELL SYSTEM AND METHOD OF STORING HYDROGEN

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

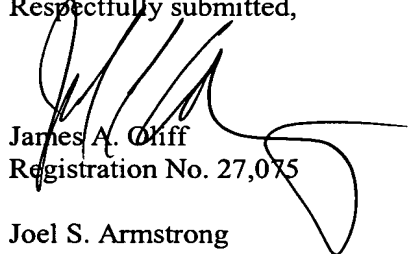
Japanese Patent Application No. 2003-071357, filed March 17, 2003.

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,


James A. Oliff
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong
Registration No. 36,430

JAO:JSA/can:cqc

Date: July 27, 2004

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

<p>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14F559

【提出日】 平成15年 3月17日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 金原 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 森 大五郎

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 仁藤 丈裕

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 久保 秀人

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 藤 敬司

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000003218

【氏名又は名称】 株式会社豊田自動織機

【代理人】

【識別番号】 110000028
【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所
【代表者】 下出 隆史
【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 133917
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0105457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システムおよび水素貯蔵方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池を備える燃料電池システムであって、

所定の水素圧力にて水素が供給されると共に、前記所定の水素圧力が平衡圧となるときの温度が前記燃料電池の定常運転時の温度よりも高い水素吸蔵合金を少なくとも含む水素吸蔵材を内包する水素貯蔵タンクと、

前記燃料電池と前記水素貯蔵タンクとの間で冷媒を循環させる冷媒流路と、

前記燃料電池および／または前記水素貯蔵タンクを通過した前記冷媒を冷却する熱交換部と

を備える燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、

前記冷媒流路は、前記冷媒が、前記燃料電池、前記水素貯蔵タンク、前記熱交換部の順で循環するように形成されている

燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の燃料電池システムであって、さらに

、
前記燃料電池の発電量および前記水素貯蔵タンクにおける水素の吸蔵・放出状態に関わらず、前記熱交換部から排出される前記冷媒の温度が略一定となるように、前記冷媒温度を調節する冷媒温度調節部を備える

燃料電池システム。

【請求項 4】 請求項 3 記載の燃料電池システムであって、

前記冷媒温度調整部は、前記冷媒流路内を流れる前記冷媒の流量を調節する冷媒流量調節部を含む

燃料電池システム。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 いずれか記載の燃料電池システムであって

、
前記熱交換部は、前記冷媒を冷却するためのファンを備え、

前記冷媒温度調節部は、前記ファンを含む

燃料電池システム。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 いずれか記載の燃料電池システムであって

前記冷媒流路は、

前記燃料電池内を通過した後に前記水素貯蔵タンク内を通過するように前記冷媒を導く第 1 の冷媒路と、

前記第 1 の冷媒路から分岐して設けられ、前記燃料電池内を通過することなく前記水素貯蔵タンク内を通過するように前記冷媒を導く第 2 の冷媒路とを備え、

前記燃料電池システムは、さらに、前記第 1 の冷媒路および前記第 2 の冷媒路を通過する前記冷媒の流量を制御する分配流量制御部を備える

燃料電池システム。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 いずれか記載の燃料電池システムであって

前記燃料電池は、固体高分子型燃料電池である

燃料電池システム。

【請求項 8】 少なくとも水素吸蔵合金を含有する水素吸蔵材を備えた水素貯蔵タンクにおいて、燃料電池に供給するための水素を前記水素吸蔵材に吸蔵させることによって貯蔵する水素貯蔵方法であって、

(a) 前記水素貯蔵タンクに対して、所定の水素圧力にて水素を供給する工程と

(b) 前記 (a) 工程における水素を供給する動作と共に、前記燃料電池と前記水素貯蔵タンクとの内部を通過可能に形成された冷媒流路内で冷媒を循環させる工程と、

(c) 前記冷媒と熱交換を行なう熱交換部を用いて、前記燃料電池および／または前記水素貯蔵タンクの内部を通過した前記冷媒を冷却する工程と

を備え、

前記 (a) 工程は、前記水素貯蔵タンクにおいて前記所定の水素圧力が平衡圧となるときの該水素タンク中の前記水素吸蔵材の温度が、前記燃料電池の定常運

転時の温度よりも高くなるような圧力で、水素の供給を行なう水素貯蔵方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、水素吸蔵合金を備えた水素貯蔵タンクを有する燃料電池システムおよび水素貯蔵方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、燃料電池に供給する水素を貯蔵するために、水素吸蔵合金を備える水素貯蔵タンクを用いる構成が知られている。例えば、特許文献1では、燃料電池と水素貯蔵タンクと熱交換部との間を冷却水が循環するように、冷却水路を設ける構成が開示されている。このような構成とすることで、燃料電池による発電を行なう際には、燃料電池と熱交換して昇温した冷却水を用いて水素貯蔵タンクを加熱し、この熱を利用して、水素吸蔵合金に吸蔵した水素を取り出すことができる。

【0003】

【特許文献1】

特開2001-250570号公報

【特許文献2】

特開平7-108909号公報

【特許文献3】

特開2000-88196号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させる際には、水素吸蔵の動作を促進するために水素吸蔵合金を冷却する必要があるため、水素吸蔵時に水素吸蔵合金を冷却するための冷却装置を別途設ける必要があった。

【0005】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、水素貯蔵時には冷却を行ない、水素取り出し時には加熱を行なう必要がある水素吸蔵合金を用いるシステムにおいて、システム構成をより簡素化する技術を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記目的を達成するために、本発明は、燃料電池を備える燃料電池システムであって、

所定の水素圧力にて水素が供給されると共に、前記所定の水素圧力が平衡圧となるときの温度が前記燃料電池の定常運転時の温度よりも高い水素吸蔵合金を少なくとも含む水素吸蔵材を内包する水素貯蔵タンクと、

前記燃料電池と前記水素貯蔵タンクとの間で冷媒を循環させる冷媒流路と、
前記燃料電池および／または前記水素貯蔵タンクを通過した前記冷媒を冷却する熱交換部と

を備えることを要旨とする。

【0007】

以上のように構成された本発明の燃料電池システムによれば、上記冷媒流路内を循環する冷媒を用いて、燃料電池の冷却と、水素取り出しの際の水素貯蔵タンクの加熱と、水素貯蔵の際の水素貯蔵タンクの冷却と、を行なうことが可能となる。すなわち、燃料電池を冷却するための冷媒を、水素貯蔵の際に水素吸蔵合金を冷却する冷媒として用いることが可能となる。したがって、水素貯蔵タンクが備える水素吸蔵合金を加熱・冷却するための構成を簡素化することができる。

【0008】

また、供給される水素の圧力が平衡圧となるときの温度が燃料電池の定常運転時の温度よりも高い水素吸蔵合金を水素貯蔵タンクが備えているため、燃料電池による発電を終了した後直ちに、水素吸蔵の動作を行なうことができる。すなわち、燃料電池の冷却に用いていた冷媒温度が、定常運転時の燃料電池温度程度にまで昇温していても、この昇温した冷媒を用いて水素吸蔵合金を冷却し、水素吸蔵の動作を促進することができる。

【0009】

ここで、水素貯蔵タンクに水素を供給する際の所定圧力は、水素貯蔵合金の種類に応じて、この圧力が平衡圧となるときの水素吸蔵合金温度が燃料電池の定常運転時の温度よりも高温となるように設定されるものであるが、より高い圧力とすることが望ましい。ここで、水素貯蔵タンクに供給する水素の圧力は、例えば、1 MPa 以上、好ましくは 2.5 MPa 以上、さらに好ましくは 3.5 MPa 以上とすることができる。このように、より高圧の水素ガスを水素貯蔵タンクに供給することにより、水素貯蔵タンク内において、水素吸蔵材が設けられた周囲の空間を利用して貯蔵できる高圧水素ガスの量をより多くすることができる。さらに、本発明を実施する際に水素吸蔵合金の種類を選択する際の自由度を増すことができる。

【0010】

なお、燃料電池が定常運転をしているときとは、燃料電池を起動した後に暖機運転を終了して、燃料電池の内部温度が十分に昇温した状態を指す。燃料電池は、暖機運転時には、内部温度の上昇と共に電圧－電流特性が変化して電池性能が向上し、所定の温度に達すると所望の電圧－電流特性を示すようになって、負荷に応じて所定の電圧で発電する定常運転を行なうようになる。このような定常運転を行なうときの燃料電池の内部温度は予め定められており、このような温度を保つように、燃料電池の冷却が行なわれる。なお、燃料電池が定常運転を行なう時の内部温度が、所定の温度範囲に定められているときは、上記定常運転を行なうときに燃料電池から排出される冷媒の温度は、燃料電池が上記温度範囲の最も高い温度となるときに、燃料電池から排出される冷媒の温度を指す。

【0011】

このような燃料電池システムにおいて、

前記冷媒流路は、前記冷媒が、前記燃料電池、前記水素貯蔵タンク、前記熱交換部の順で循環するように形成されている構成も好ましい。

【0012】

このような構成とすれば、燃料電池による発電を行ないながら、水素吸蔵の動作を同時に行なうことができる。すなわち、発電中の燃料電池の冷却に用いた冷

媒を利用して水素吸蔵合金を冷却し、水素吸蔵の動作を促進することができる。

【0 0 1 3】

本発明の燃料電池システムにおいて、さらに、

前記燃料電池の発電量および前記水素貯蔵タンクにおける水素の吸蔵・放出状態に関わらず、前記熱交換部から排出される前記冷媒の温度が略一定となるように、前記冷媒温度を調節する冷媒温度調節部を備えることとしても良い。

【0 0 1 4】

このような構成とすれば、水素貯蔵タンクに水素を貯蔵した後、直ちに燃料電池による発電を開始することができる。すなわち、水素貯蔵の動作を終了した時点で、冷媒温度は、燃料電池の定常運転時の温度に達しているため、燃料電池内にこのような冷媒を通過させることで、燃料電池を暖機する動作を削減して発電を開始することができる。特に、水素貯蔵の動作を行なう際にも燃料電池中に冷媒を通過させ続けることとすれば、燃料電池が発電を停止している間も、燃料電池の温度を定常運転時の温度とほぼ等しい温度に保つことができ、燃料電池の暖機運転を不要とすることができる。

【0 0 1 5】

上記燃料電池システムにおいて、前記冷媒温度調整部は、前記冷媒流路内を流れる前記冷媒の流量を調節する冷媒流量調節部を含むこととしても良い。このように、冷媒流量を調節するという簡単な動作で、熱交換部から排出される冷媒温度を略一定に保つことができる。

【0 0 1 6】

また、本発明の燃料電池システムにおいて、

前記熱交換部は、前記冷媒を冷却するためのファンを備え、

前記冷媒温度調節部は、前記ファンを含むこととしても良い。

【0 0 1 7】

このような構成とすることで、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させる際に、水素吸蔵合金を冷却する効率を高め、水素吸蔵の動作を促進することができる。

【0 0 1 8】

あるいは、本発明の燃料電池システムにおいて、

前記冷媒流路は、

前記燃料電池内を通過した後、前記水素貯蔵タンク内を通過するように前記冷媒を導く第1の冷媒路と、

前記第1の冷媒路から分岐して設けられ、前記燃料電池内を通過することなく前記水素貯蔵タンク内を通過するように前記冷媒を導く第2の冷媒路とを備え、

前記燃料電池システムは、さらに、前記第1の冷媒路および前記第2の冷媒路を通過する前記冷媒の流量を制御する分配流量制御部を備えることとしても良い。

【0019】

このような構成とすれば、燃料電池の発電と水素吸蔵の動作を同時に行なう場合であっても、燃料電池を冷却する冷媒の流量の影響を抑えて、水素貯蔵タンク内を通過する冷媒の流量を調節することが可能となる。

【0020】

さらに、本発明の燃料電池システムにおいて、前記燃料電池は、固体高分子型燃料電池である構成も好ましい。

【0021】

固体高分子型燃料電池は、燃料電池の中でも、特にその運転温度が低い。これにより、燃料電池が定常運転しているときに燃料電池から排出される冷媒の温度がより低くなるため、水素貯蔵タンクが備える水素吸蔵合金の種類を選択する際の自由度を増すことができる。

【0022】

なお、本発明は、上記以外の種々の形態で実現可能であり、例えば、燃料電池システムを搭載する車両等の移動体や、水素貯蔵方法などの形態で実現することが可能である。

【0023】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A. 装置の全体構成：

- B. 水素貯蔵の動作:
- C. 水素放出の動作:
- D. 効果:
- E. その他の実施例:
- F. 変形例:

【0024】

A. 装置の全体構成:

図1は、本発明の第1実施例である燃料電池システム10の概略構成を表わす説明図である。燃料電池システム10は、水素貯蔵タンク20と、燃料電池30と、コンプレッサ40と、ラジエータ50と、冷媒流路70と、制御部80と、を備えている。この燃料電池システム10では、水素貯蔵タンク20と燃料電池30とラジエータ50とは、冷媒流路70によってつながれている。

【0025】

冷媒流路70は、その一部が水素貯蔵タンク20と燃料電池30とラジエータ50との内部に形成されており、これら各部の間で冷媒を循環させる。冷媒流路70にはポンプ62が設けられており、このポンプ62を駆動することによって冷媒の循環が行なわれる。すなわち、このポンプ62は、制御部80に制御されて、冷媒流路70内を流れる冷媒流量を調節する冷媒流量調節部として働く。また、冷媒流路70には、ラジエータ50内を通過してラジエータ50から排出される冷媒の温度を検出するための温度センサ64が設けられている。なお、用いる冷媒は液体であることが望ましく、本実施例では冷媒として水を用いている。

【0026】

水素貯蔵タンク20は、ケース21と、粉末状の水素吸蔵合金を内部に封入した吸蔵合金封入部22と、リング状の形状を有する発泡金属により形成されケース21内で吸蔵合金封入部22を支持する支持体24と、を備えている。さらに、水素貯蔵タンク20内には、冷媒流路70を流れる冷媒と水素吸蔵合金との間で熱交換可能とするために、既述したように冷媒流路70の一部が形成されている。また、吸蔵合金封入部22の内部には、水素吸蔵合金と冷媒流路70との間の伝熱の効率をより高めるために、多数のフィン26が形成されている。

【0027】

燃料電池 30 は、固体高分子型燃料電池であり、水素と酸素（空気）の供給を受けて、電気化学反応を進行して起電力を得る。この燃料電池 30 は、複数の単セルを積層したスタック構造を有している。また、燃料電池 30 の内部には、既述したように冷媒が通過する冷媒流路 70 の一部が形成されており、冷媒流路 70 を流れる冷媒と燃料電池 30 との間で熱交換可能となっている。燃料電池 30 のアノード側に対しては、水素貯蔵タンク 20 に貯蔵した水素が供給される。また、燃料電池 30 のカソード側に対しては、コンプレッサ 40 から圧縮空気が供給される。

【0028】

ラジエータ 50 は、上記水素貯蔵タンク 20 および燃料電池 30 を経由することによって昇温した冷媒を降温させるための装置であり、既述したように冷媒流路 70 の一部が内部に形成されている。このラジエータ 50 は、外気が通過可能な構造を有し、この通過する外気と上記冷媒流路 70 内の冷媒との間で熱交換を行なう熱交換部として形成されている。さらに、ラジエータ 50 には、冷媒流路 70 内を流れる冷媒から熱を奪い冷媒の積極的な冷却を行なうために、冷却ファン 52 が併設されている。

【0029】

制御部 80 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU や ROM や RAM、あるいは、各種信号を入出力する入出力ポートを備える。制御部 80 は、燃料電池システム 10 が備える既述した温度センサ 64 等からの検出信号を入力すると共に、既述したコンプレッサ 40 やポンプ 62 等に駆動信号を出力して、燃料電池システム 10 全体の運転状態を制御する。

【0030】

このような燃料電池システム 10 の外部には、水素貯蔵タンク 20 に対して水素を供給するための装置として、水素供給部 90 が設けられている。水素供給部 90 と水素貯蔵タンク 20 との間は、高圧水素供給路 82 によって接続されている。なお、水素供給部 90 が供給する水素ガスの圧力は、後述するように、水素貯蔵タンク 20 が備える水素吸蔵合金の種類や、燃料電池 30 の運転温度（ある

いは定常運転時に燃料電池 30 から排出される冷媒温度) との間で所定の関係を有する圧力となっている。これら水素吸蔵合金の種類や燃料電池 30 の運転温度との関係を考慮して、水素供給部 90 が供給する水素ガスの圧力は、例えば、25～70 MPa、好ましくは 35～70 MPa に設定される。

【0031】

上記した燃料電池システム 10 は、種々の態様をとることができる。例えば、上記燃料電池システム 10 を電気自動車に搭載し、燃料電池 30 を車両の駆動用電源として用いることとしても良い。この場合には、水素供給部 90 として、車両とは別体の高圧水素供給装置を所定の場所に設置すればよい。そして、水素貯蔵タンク 20 に水素を充填する際には、高圧水素供給路 82 として上記高圧水素供給装置が備える配管を、水素貯蔵タンク 20 に連通して車体表面で開口するように設けた水素供給口に接続すれば良い。また、燃料電池システム 10 は、上記のように車両などの移動体に駆動用電源として搭載する他、所定の施設に電力を供給するための定置型の電源として用いることとしても良い。

【0032】

B. 水素貯蔵の動作:

水素貯蔵タンク 20 に水素を貯蔵する際には、水素供給部 90 から水素貯蔵タンク 20 に対して水素を供給しつつ、ポンプ 62 および冷却ファン 52 を駆動して、冷媒流路 70 中の冷媒を用いて水素貯蔵タンク 20 の冷却を行なう。

【0033】

水素吸蔵合金における水素吸蔵量は、水素圧力と温度とによって決まる。そして水素吸蔵合金は、その種類毎に、温度に応じて固有の平衡水素圧（水素の吸蔵と放出とが釣り合う状態となるときの水素圧力）を示すという性質を有している。所定の圧力で水素吸蔵合金に水素を吸蔵させようとする、合金が水素を吸蔵するのに伴って発熱し、供給水素ガス圧が平衡水素圧となる温度に達するまで水素吸蔵合金は昇温を続ける。水素吸蔵合金の温度が、供給水素ガス圧が平衡水素圧となる温度にまで昇温すると、水素吸蔵合金における水素吸蔵の動作は見かけ上停止する。このように水素吸蔵合金の温度が、供給水素ガス圧が平衡水素圧となる温度に達した後は、水素吸蔵合金から除去される熱量に応じた量の水素を、

水素吸蔵合金にさらに吸蔵させることができる。

【0 0 3 4】

図 2 は、種々の水素吸蔵合金における平衡水素圧と温度との関係を示す説明図である。水素吸蔵合金の水素吸蔵反応において、平衡水素圧を P 、温度を T とすると、 $\ln P$ と $1/T$ との間には直線関係が成り立つことが知られており、各々の水素吸蔵合金では、平衡水素圧 P と温度 T とは図 2 のような関係を示す。なお、図 2 では、実際に平衡水素圧と温度との関係を計測したのは、平衡水素圧が 5 MPa 程度までであり、これを超える平衡水素圧については、上記直線関係から推定される結果を示している。図 2 に示した水素吸蔵合金においては、いずれの水素吸蔵合金を用いる場合にも、平衡水素圧が 3 5 MPa を超えるときに対応する温度は、いずれも 1 5 0 °C 程度、あるいは 1 5 0 °C を超える温度となっている。したがって、このような水素吸蔵合金を用いれば、水素吸蔵合金に水素を吸蔵させる際の供給水素ガス圧が 3 5 MPa 以上の場合には、1 5 0 °C を下回る温度の冷媒を用いることによって、水素吸蔵の動作を促進することができる。

【0 0 3 5】

ここで、固体高分子型燃料電池では、固体高分子電解質膜の性質上、その定常運転時における温度は、一般に 7 0 °C ~ 1 0 0 °C に設定される。燃料電池の定常運転時とは、燃料電池を起動した後の暖機運転が終了して、燃料電池の内部温度が所定の温度に達し、所望の電圧-電流特性を示すようになった状態をいう。このような定常運転時に対応する燃料電池の内部温度は上記温度範囲内で予め定められており、このような温度を保つように、燃料電池の冷却が行なわれる。本実施例では、定常運転時には、燃料電池 3 0 の内部温度が 8 0 °C となるように制御される。

【0 0 3 6】

本実施例のように燃料電池 3 0 と水素貯蔵タンク 2 0 とラジエータ 5 0 との間で冷媒を循環させると、水素貯蔵タンク 2 0 に水素を貯蔵しようとする際に、冷媒の温度が燃料電池 3 0 の定常運転時の内部温度程度にまで昇温している場合がある。このような場合であっても、3 5 MPa 以上のガス圧で水素貯蔵タンク 2 0 に水素を供給することで、上記のように昇温した冷媒を用いて水素貯蔵タンク

20を冷却することが可能となり、水素吸蔵を促進させる動作が直ちに開始される。なお、選択する水素吸蔵合金によっては、水素供給時のガス圧がより低い圧力（例えば25MPa程度、あるいは1MPa程度）であっても、上記のように昇温した冷媒を用いて水素貯蔵タンク20を冷却することが十分に可能となる場合がある。

【0037】

本実施例では、水素貯蔵時には、温度センサ64が検出した冷媒温度に基づいて、ラジエータ50から排出される冷媒温度が略一定となる（所定の基準温度となる）ように、ポンプ62を駆動している。この所定の基準温度は、燃料電池30の定常運転時の運転温度よりも低い温度として設定される。そして、この基準温度は、後述するように、燃料電池30の定常運転時に冷媒を用いて燃料電池30を冷却する際に、ラジエータ50から排出される冷媒温度の基準として用いる温度と同じ温度である。具体的には、本実施例では、上記基準温度を70℃に設定している。

【0038】

ラジエータ50を用いて冷媒の冷却を行なう際には、ポンプ62の駆動量を抑えて冷媒流量をより小さく設定するほど、ラジエータ50においてより十分に冷媒が冷却され、ラジエータ50から排出される冷媒温度がより低くなる。反対に、ポンプ62の駆動量を増加させて冷媒流量を大きく設定するほど、ラジエータ50から排出される冷媒温度は高くなる。このように、ラジエータ50から排出される冷媒温度は、冷媒流量を調節することによって制御可能であり、本実施例では、制御部80に制御されるポンプ62を、ラジエータ50から排出される冷媒温度を調節する冷媒流量調節部として用いている。そして、温度センサ64の検出温度が上記基準温度となるように、ポンプ62の駆動量を調節している。

【0039】

図3は、冷媒流路70中を循環する冷媒がラジエータ50で冷却される様子を模式的に表わす説明図であり、図3（A）は、水素貯蔵タンク20に水素を貯蔵する際の様子を表わす。また、図4は、冷媒および空気の温度変化の様子を表わす説明図であり、図4中の折れ線（A）は、水素貯蔵タンク20に水素を貯蔵す

る際の冷媒温度の様子を表わす。図 4 において、折れ線 (A) に対応する発熱部は、水素貯蔵タンク 2 0 (図 3 (A) では実線で記載している) を表わす。

【0 0 4 0】

水素貯蔵時には、水素の吸蔵に伴って発熱が起こるため、水素貯蔵タンク 2 0 から排出される冷媒温度は、貯蔵の進行と共に上昇する。図 3 (A) および図 4 の折れ線 (A) は、水素貯蔵タンク 2 0 から排出される冷媒温度が 1 2 0 ℃となるときの様子を表わしている。そして、ラジエータ 5 0 において空気との間で熱交換を行ない、ラジエータ 5 0 から排出される冷媒温度が 7 0 ℃となるようにポンプ 6 2 を駆動する。図 3 (A) では、その一例として、外気温の温度が 4 5 ℃のときの様子が示されている。ラジエータ 5 0 を通過する空気は、ラジエータ 5 0 で熱交換することで昇温する。このとき、冷媒温度が高いほど、空気はより高い温度に昇温する。そのため、図 3 (A) に示すように、ラジエータ 5 0 において、冷媒の流れの上流側と熱交換する空気ほどより高い温度に昇温されて、ラジエータ 5 0 から排出される。また、図 4 では、ラジエータ 5 0 で上記のように空気が昇温する様子が、折れ線 (C) ないし (E) で囲まれる温度範囲として表わされている。なお、図 3 (A) および図 4 では、配管途中での放熱などは無視して、水素貯蔵タンク 2 0 で冷媒が昇温する動作と、ラジエータ 5 0 で冷媒が降温する動作の概要のみを示している。

【0 0 4 1】

このように、ラジエータ 5 0 から排出される冷媒温度を冷媒流量だけによって制御する場合には、ある時点で、水素吸蔵に伴って生じる熱とラジエータ 5 0 における排熱量とが釣り合う。このような状態では、ラジエータ 5 0 において一定速度で排熱されることにより、水素貯蔵タンク 2 0 での水素吸蔵量は、その排熱量に見合った一定速度で増加するようになる。ここで、本実施例では、図 1 に示すように冷却ファン 5 2 を設け、ラジエータ 5 0 での排熱量を積極的に増やすことで、ラジエータ 5 0 から排出される冷媒温度を所定の温度に保ちながら、水素吸蔵速度をさらに速めることを可能にしている。

【0 0 4 2】

上記のように水素貯蔵タンク 2 0 に水素を貯蔵する動作を行なうと、水素吸蔵

合金に所定量の水素が吸蔵されると共に、水素貯蔵タンク 20 内であって水素吸蔵合金の周りの空間（以下、充填空間という）には、高圧の水素ガスが充填された状態となる。

【0043】

C. 水素放出の動作：

水素貯蔵タンク 20 から水素を放出するときとは、燃料電池 30 を用いた発電を行なうときである。したがって、水素貯蔵タンク 20 から水素の放出を行なう際には、水素貯蔵タンク 20 には、燃料電池 30 が定常運転するときの温度に対応した温度（以下、定常温度という。約 80℃）の冷媒が供給される。

【0044】

充分量の水素を貯蔵している水素貯蔵タンク 20 から水素を取り出そうとすると、まず、既述した充填空間に充填された高圧の水素が取り出される。この高圧の水素を燃料電池 30 に供給する際には、水素貯蔵タンク 20 から取り出される高圧の水素は、予め十分に降圧させてから燃料電池 30 に供給される。このように充填空間から水素を取り出す動作を行なう際には、水素貯蔵タンク 20 内部の温度は、供給される冷媒の温度、すなわち定常温度にほぼ等しい温度に保たれる。

【0045】

上記のように水素貯蔵タンク 20 の充填空間から高圧の水素を取り出すと、充填空間における水素圧力は次第に低下する。このとき、水素貯蔵タンク 20 内はほぼ定常温度となっているため、充填空間の水素圧力が、定常温度における平衡水素圧に達すると、その後は、水素吸蔵合金から水素の放出が行なわれるようになる。水素吸蔵合金が水素を放出する際には熱を吸収するため、そのままでは水素吸蔵合金の温度が低下して平衡水素圧がより低くなり、水素の放出が停止してしまう。本実施例では、水素貯蔵タンク 20 内に定常温度の冷媒を通過させることによって、燃料電池 30 で生じた熱を水素吸蔵合金に対して与え続け、水素吸蔵合金において水素の放出を続けることを可能にしている。

【0046】

このように水素の放出を行なう際には、ポンプ 62 は、温度センサ 64 が検出

する冷媒温度に基づいて、ラジエータ 5 0 から排出される冷媒温度が略一定となる（既述した水素貯蔵時の基準温度と同じ温度になる）ように、冷媒流量を制御している。ラジエータ 5 0 で、燃料電池 3 0 の定常運転時の運転温度よりも低い温度である基準温度にまで降温された冷媒は、再び燃料電池 3 0 に導かれてこれを冷却し、上記燃料電池 3 0 の運転温度に対応した温度に昇温する。そして、その後水素貯蔵タンク 2 0 に供給されて、上記した動作を繰り返す。

【 0 0 4 7 】

図 3（B）は、水素貯蔵タンク 2 0 から水素を取り出す際の様子を表わし、図 4 中の折れ線（B）は、水素貯蔵タンク 2 0 から水素を取り出す際の冷媒温度の様子を表わす。図 4 において、折れ線（B）に対応する発熱部は、燃料電池 3 0（図 3（B）では実線で記載している）を表わす。

【 0 0 4 8 】

水素貯蔵タンク 2 0 から水素を取り出す際には、燃料電池 3 0 の発電に伴って発熱が起こるため、燃料電池 3 0 から排出される冷媒温度は、既述した定常温度となる。図 3（B）および図 4 の折れ線（B）は、燃料電池 3 0 から排出される冷媒温度が 8 0℃となる様子を表わしている。そして、ラジエータ 5 0 において空気との間で熱交換を行ない、ラジエータ 5 0 から排出される冷媒温度が、水素貯蔵時と同じ 7 0℃となるようにポンプ 6 2 を駆動する。図 3（B）では、その一例として、外気温の温度が 4 5℃のときの様子が示されている。図 3（B）に示すように、ラジエータ 5 0 において、冷媒の流れの上流側と熱交換する空気ほど、より高い温度に昇温されて、ラジエータ 5 0 から排出される。また、図 4 では、ラジエータ 5 0 で上記のように空気が昇温する様子が、折れ線（D）ないし（E）で囲まれる温度範囲として表わされている。なお、ここでは、配管途中での放熱などは無視して、燃料電池 3 0 で冷媒が昇温する動作と、ラジエータ 5 0 で冷媒が降温する動作の概要のみを示している。また、水素吸蔵合金から水素が放出される際には水素吸蔵合金が吸熱するため、水素貯蔵タンク 2 0（図 4 では配管に含まれる）を経由してラジエータ 5 0 に供給される冷媒温度は、実際には定常温度である 8 0℃よりも若干低い温度となる。

【 0 0 4 9 】

D. 効果:

以上のように構成された本実施例の燃料電池システム 10 によれば、燃料電池 30 を冷却するための冷媒を用いて、水素吸蔵の際の水素吸蔵合金の冷却と、水素取り出しの際の水素吸蔵合金の加熱との両方を行なうことができる。すなわち、水素供給時の水素圧力が平衡水素圧となるときの水素吸蔵合金の温度が、燃料電池 30 の定常運転時の温度よりも高くなるように、水素吸蔵合金の種類と水素供給時の圧力と燃料電池の運転温度とを組み合わせることで、燃料電池 30 を冷却するための冷媒を、水素吸蔵合金を冷却する冷媒としても用いることが可能となる。これによって、水素吸蔵合金を加熱・冷却するための構成を簡素化することができる。

【0050】

また、水素供給部 90 が供給する水素圧が平衡水素圧となるときの水素吸蔵合金温度が、燃料電池 30 の定常運転時の温度よりも高いため、燃料電池 30 による発電を終了した後直ちに、定常温度に昇温している冷媒を利用して水素吸蔵の動作を行なうことができる。あるいは、燃料電池 30 による発電を行ないながら、定常温度に昇温している冷媒を利用して水素吸蔵の動作を行なうこともできる。

【0051】

さらに、本実施例の燃料電池システム 10 によれば、ラジエータ 50 から排出される冷媒温度を、水素貯蔵時と水素放出時（燃料電池 30 の運転時）とで同じ温度となるよう制御しているため、水素貯蔵タンク 20 に水素を貯蔵した後、直ちに燃料電池 30 による発電を開始することができる。これにより、水素貯蔵の動作を行なった直後は、燃料電池 30 を暖機する動作を不要とすることが可能となる。なお、ラジエータ 50 から排出される冷媒温度は、水素貯蔵時と水素放出時とで全く同じにする必要はなく、水素貯蔵時に、上記排出される冷媒温度が定常温度に十分に近い温度となるように制御すれば、同様の効果を得ることができる。

【0052】

また、本実施例のように、ラジエータ 50 を、燃料電池 30 の冷却のための冷

媒を降温させるだけでなく、水素貯蔵時の水素貯蔵タンク 20 の冷却のための冷媒を降温させるためにも用いることにしても、必要なラジエータの大きさが大型化してしまうことがない。これは、定常運転する燃料電池 30 に比べて水素貯蔵時の水素貯蔵タンク 20 の方が、一般に排出すべき熱量は多いが、水素貯蔵時の方が燃料電池発電時よりもラジエータ 50 における冷却効率が高くなることによる。ラジエータ 50 から排出される冷媒温度を水素貯蔵時と水素放出時とで同じにすると、水素貯蔵時の方が、ラジエータ 50 に供給される冷媒温度が高くなり冷媒温度と外気温との差が大きくなるため、ラジエータ 50 における冷却効率が向上するのである。

【0053】

なお、ラジエータ 50 から排出される冷媒温度が、燃料電池発電時（水素放出時）に比べて水素充填時の方が低くなることを許容して、排出される冷媒温度がより低くなるようにポンプ 62 および冷却ファン 52 を駆動して、水素充填をより促進する運転モードを設けることとしても良い。

【0054】

また、本実施例では、水素貯蔵時の供給水素ガス圧を、既述したように 2.5 MPa から 7.0 MPa、あるいは 3.5 MPa ～ 7.0 MPa といった範囲に設定することで、充填空間にもより多くの高圧水素を貯蔵することが可能になる。これにより、水素貯蔵タンク 20 において、単位容積当たりで貯蔵可能な水素量をより多くすることができる。さらに、水素供給部 90 が上記のように高圧で水素を供給する場合には、この水素供給部 90 を、水素吸蔵合金を備えず高圧水素として水素を貯蔵する高圧水素ボンベに水素を充填するための水素供給装置としても、用いることが可能となる。

【0055】

E. その他の実施例：

図 5 は、第 2 実施例の燃料電池システム 110 の構成を表わす説明図である。この第 2 実施例以降の各実施例では、第 1 実施例と共通する部分には同じ部材番号を付しており、詳しい説明は省略する。

【0056】

燃料電池システム 110 は、図 1 の冷媒流路 70 と同様に形成された冷媒流路 170 を第 1 の冷媒路として備える他に、燃料電池 30 をバイパスするように冷媒流路 170 から分岐して設けられた冷媒流路 171 を第 2 の冷媒路として備えている。そして、冷媒流路 170 内を循環する冷媒流量を調節するためのポンプ 162 に加えて、冷媒流路 171 を流れる冷媒流量を調節するためのポンプ 163 を備えている。すなわち、制御部 80 に駆動されるポンプ 162, 163 は、冷媒流路 170 および冷媒流路 171 に分配される冷媒の流量を制御する分配流量制御部として働く。また、燃料電池システム 110 は、冷媒流路 170 において、温度センサ 64 に加えて、燃料電池 30 から排出される冷媒温度を検出するための温度センサ 164 を備えている。

【0057】

このような燃料電池システム 110 によれば、温度センサ 64 の検出信号に基づいてポンプ 162 を駆動することによって、第 1 実施例と同様に、ラジエータ 50 から排出される冷媒温度を所定の基準値に保つことができる。そして、このような動作を水素の充填および燃料電池 30 の発電の際に行なうことで、第 1 実施例と同様の効果を得ることができる。なお、水素の充填を行なう際には、ポンプ 162 は停止してポンプ 163 を用い、水素貯蔵タンク 20 とラジエータ 50 との間だけで冷媒を循環させることも可能である。

【0058】

さらに、本実施例では、水素の充填と燃料電池 30 の発電とを同時に行なう場合に、温度センサ 164 の検出信号に基づいて、燃料電池 30 の内部温度が定常運転に対応する温度となるようにポンプ 162 を駆動すると共に、温度センサ 64 の検出信号に基づいて、ラジエータ 50 から排出される冷媒温度が所定の基準温度となるようにポンプ 163 を駆動する、という動作を行なうことができる。このように 2 つのポンプを用いることにより、水素貯蔵タンク 20 を通過する冷媒流量をより望ましい状態に制御することが可能となる。

【0059】

図 6 は、第 3 実施例の燃料電池システム 210 の構成を表わす説明図である。燃料電池システム 210 は、ラジエータ 50 から排出される冷媒が流入する冷媒

流路 270 と、これから分岐する冷媒流路 271, 272 とを備えている。冷媒流路 271 は、燃料電池 30 内を通過するように形成されている。また、冷媒流路 272 は、水素貯蔵タンク 20 内を通過するように形成されており、その端部はラジエータ 50 に接続している。さらに、燃料電池システム 210 は、水素貯蔵タンク 20 をバイパスするように冷媒流路 272 から分岐して設けられた冷媒流路 273 を備えている。そして、この冷媒流路 273 には、冷媒流路 271 の端部が接続している。このように、燃料電池 30 および／または水素貯蔵タンク 20 を経由した冷媒は、最終的には冷媒流路 272 に集まって、冷媒流路 272 によってラジエータ 50 に導かれる。冷媒流路 270 には、冷媒流路 270 ~ 273 を流れる冷媒全体の流量を制御するポンプ 262 が設けられている。また、冷媒流路 271 には、燃料電池 30 から排出される冷媒温度を検出するための温度センサ 264 が設けられている。

【0060】

冷媒流路 270 が冷媒流路 271, 272 に分岐する分岐部には、冷媒流路 271, 272 のそれぞれに流入する冷媒量を調整するための流量調整弁 266 が設けられている。また、冷媒流路 273 に対して冷媒流路 271 の端部が接続する接続部には、冷媒流路 273 の 2 つの端部のそれぞれの方向に流入する冷媒流量を調整するための流量調整弁 267 が設けられている。このような構成とすることで、流量調整弁 266 を介して冷媒流路 272 に流れ込んだ冷媒は、水素貯蔵タンク 20 だけを通過することになる。また、流量調整弁 266 を介して冷媒流路 271 に流れ込んだ冷媒は、燃料電池 30 内部を通過した後、流量調整弁 267 の状態に応じて、少なくとも一部はさらに水素貯蔵タンク 20 内を通過し、残りは水素貯蔵タンク 20 を通過することなくラジエータ 50 に導かれる。

【0061】

上記燃料電池システム 210 では、ポンプ 262 と、流量調整弁 266, 267 によって、燃料電池 30 を経由する冷媒流量と水素貯蔵タンク 20 を経由する冷媒流量とが調節される。このような冷媒流量の制御は、温度センサ 264 の検出信号に基づいて燃料電池 30 の内部温度が定常運転に対応する温度となるように行なわれ、かつ、温度センサ 64 の検出信号に基づいてラジエータ 50 から排

出される冷媒温度が既述した基準温度となるように行なわれる。

【0062】

このような第3実施例の燃料電池システム210によれば、第1実施例と同様の動作を行ない同様の効果を得ることができる。なお、水素の充填を行なう際には、流量調整弁266によって冷媒流路271への冷媒の流入を禁止して、水素貯蔵タンク20とラジエータ50との間だけで冷媒を循環させることも可能である。また、燃料電池30の発電を行なう際には、流量調整弁266によって冷媒流路272への冷媒の流入を禁止して、燃料電池30とラジエータ50との間だけで冷媒を循環させることも可能である。この場合には、水素貯蔵タンク20において、充填空間内に充分量の高圧水素が貯蔵されていれば良く、水素貯蔵タンク20内に冷媒を流通させて積極的に冷却しなくても、水素を取り出して発電に供することができる。さらに、本実施例では、水素充填と燃料電池30の発電とを同時に行なう際に、第1実施例に比べて、燃料電池30を冷却するための冷媒流量の影響を抑えて、水素貯蔵タンク20を冷却するための冷媒流量を調節することが可能となる。

【0063】

図7は、第4実施例の燃料電池システム310の構成を表わす説明図である。燃料電池システム310は、第3実施例の燃料電池システム210と類似する構成を有するため、共通する部分には同じ参照番号を付し、異なる部分について説明する。燃料電池システム310は、燃料電池システム210におけるポンプ262および流量調整弁266を持たず、代わりに、冷媒流路271にはポンプ362を備え、冷媒流路272にはポンプ363を備えている。このポンプ362によって、冷媒流路271を流れる冷媒流量を制御し、ポンプ363によって、冷媒流路272を流れる冷媒流量を制御する。

【0064】

このような第4実施例の燃料電池システム310によれば、第1実施例と同様の動作を行ない、同様の効果を得ることができる。なお、水素の充填を行なう際には、ポンプ362を停止してポンプ363だけを用いて、水素貯蔵タンク20とラジエータ50との間だけで冷媒を循環させることも可能である。この場合に

は、温度センサ 2 6 4 の検出信号に基づいて、燃料電池 3 0 の内部温度が定常運転に対応する温度となるようにポンプ 3 6 2 を駆動すればよい。また、燃料電池 3 0 の発電を行なう際には、ポンプ 3 6 3 を停止してポンプ 3 6 2 だけを用いて、燃料電池 3 0 とラジエータ 5 0 との間だけで冷媒を循環させることも可能である。この場合には、温度センサ 6 4 の検出信号に基づいて、ラジエータ 5 0 から排出される冷媒温度が既述した基準温度となるようにポンプ 3 6 3 を駆動すると共に、水素貯蔵タンク 2 0 をバイパスして冷媒が流れないように流量調整弁 2 6 7 を駆動すればよい。さらに、本実施例では、水素充填と燃料電池 3 0 の発電とを同時に行なう際に、ポンプ 3 6 2、3 6 3 と流量調整弁 2 6 7 とを制御することで、燃料電池 3 0 を通過する冷媒流量と、水素貯蔵タンク 2 0 を通過する冷媒流量とを、独立して調節することが可能となる。

【0 0 6 5】

図 8 は、第 5 実施例の燃料電池システム 4 1 0 の構成を表わす説明図である。燃料電池システム 4 1 0 は、ラジエータ 5 0 から排出される冷媒が流入する冷媒流路 4 7 0 と、これから分岐する冷媒流路 4 7 1、4 7 2 とを備えている。冷媒流路 4 7 2 は、水素貯蔵タンク 2 0 内を通過するように形成されると共に、その端部はラジエータ 5 0 に接続している。また、冷媒流路 4 7 1 は、燃料電池 3 0 内を通過するように形成されると共に、その端部は、冷媒流路 4 7 2 において水素貯蔵タンク 2 0 を経由した冷媒が通過する領域に接続している。さらに、燃料電池システム 4 1 0 は、冷媒流路 4 7 1 に導かれて燃料電池 3 0 内を通過した冷媒を、冷媒流路 4 7 2 における水素貯蔵タンク 2 0 の上流側に導く冷媒流路 4 7 3 を備えている。このような構成により、燃料電池 3 0 および／または水素貯蔵タンク 2 0 を経由した冷媒は、最終的には冷媒流路 4 7 2 によってラジエータ 5 0 に導かれる。

【0 0 6 6】

冷媒流路 4 7 1 には、燃料電池 3 0 を通過する冷媒流量を調節するポンプ 4 6 2 が設けられている。また、冷媒流路 4 7 2 には、冷媒流路 4 7 0 から冷媒流路 4 7 2 側に流れ込む冷媒流量を調節するポンプ 4 6 3 が設けられている。そして、冷媒流路 4 7 3 には、この冷媒流路 4 7 3 を通過する冷媒流量、すなわち、燃

料電池 30 と水素貯蔵タンク 20 との両方を通過する冷媒流量を調節するポンプ 465 が設けられている。また、冷媒流路 471 には、燃料電池 30 から排出される冷媒温度を検出するための温度センサ 464 が設けられている。

【0067】

このような第 5 実施例の燃料電池システム 410 によれば、燃料電池 30 および水素貯蔵タンク 20 を通過する冷媒流量の制御において、第 4 実施例と同様の動作を行なうことが可能であり、同様の効果を得ることができる。

【0068】

図 9 は、第 6 実施例の燃料電池システム 510 の構成を表わす説明図である。燃料電池システム 510 は、ラジエータ 50 から排出される冷媒が流入する冷媒流路 570 と、冷媒流路 570 から分岐する冷媒流路 571, 572 とを備えている。冷媒流路 571 は、燃料電池 30 内を通過するように形成されている。冷媒流路 572 は、燃料電池 30 内を通過することなく、燃料電池 30 の下流側で冷媒流路 571 と合流し、合流した両者は冷媒流路 573 となる。冷媒流路 573 は、下流側で、冷媒流路 574, 575 に分岐する。冷媒流路 574 は、水素貯蔵タンク 20 内を通過するように形成されている。冷媒流路 575 は、水素貯蔵タンク 20 内を通過することなく、水素貯蔵タンク 20 の下流側で冷媒流路 574 と合流し、合流した両者は冷媒流路 576 となる。冷媒流路 576 は、ラジエータ 50 に接続して、ラジエータ 50 に冷媒を導く。

【0069】

冷媒流路 571, 572 と冷媒流路 573 との接続部には、流量調整弁 566 が設けられている。この流量調整弁 566 によって、ラジエータ 50 から排出される冷媒のうち、燃料電池 30 を経由する冷媒流量と経由しない冷媒流量とを調節することができる。また、冷媒流路 573 と冷媒流路 574, 575 との接続部には、流量調整弁 567 が設けられている。この流量調整弁 567 によって、水素貯蔵タンク 20 を経由する冷媒流量と経由しない冷媒流量とを調節することができる。さらに、冷媒流路 573 には、全体の冷媒流量を調節するためのポンプ 562 が設けられている。また、冷媒流路 571 には、燃料電池 30 から排出される冷媒温度を検出するための温度センサ 564 が設けられている。

【0070】

このような第6実施例の燃料電池システム510によれば、燃料電池30および水素貯蔵タンク20を通過する冷媒流量の制御において、第4実施例および第5実施例と同様の動作を行なうことが可能であり、同様の効果を得ることができる。

【0071】

図10は、第7実施例の燃料電池システム610の構成を表わす説明図である。燃料電池システム610は、第1実施例の燃料電池システム10と類似する構成を有しているが、2つの水素貯蔵タンク20a, 20bを有している点が異なっている。

【0072】

燃料電池システム610は、ラジエータ50から排出される冷媒が流入する冷媒流路670と、冷媒流路670から分岐する冷媒流路671, 672を備えている。冷媒流路671は、一方の水素貯蔵タンク20aを通過するように形成されており、冷媒流路672は、他方の水素貯蔵タンク20bを通過するように形成されている。冷媒流路671, 672は、合流して冷媒流路673となり、ラジエータ50に冷媒を導く。

【0073】

冷媒流路671には開閉弁668が設けられており、冷媒流路672には開閉弁669が設けられている。各開閉弁を開状態とすることで、対応する水素貯蔵タンク20内に冷媒を通過させることができ、各開閉弁を閉状態とすることで、対応する水素貯蔵タンク20内での冷媒の流通を停止させることができる。そのため、2つの水素貯蔵タンク20a, bのうち、いずれか一方のみを使用する場合には、上記開閉弁を調節することで、使用しない側の水素貯蔵タンク20での冷媒の流通を停止させることができる。

【0074】

以上のように構成された第7実施例の燃料電池システム610によれば、2つの水素貯蔵タンク20a, 20bを備える場合にも、燃料電池30および水素貯蔵タンク20を通過する冷媒流量の制御において、第1実施例と同様の動作を行

なうことが可能であり、同様の効果を得ることができる。

【0075】

図11は、第8実施例の燃料電池システム710の構成を表わす説明図である。燃料電池システム710は、第3実施例の燃料電池システム210と類似する構成を有しているが、2つの水素貯蔵タンク20a, 20bを有している点が異なっている。図11では、第3実施例と共通する部分には第3実施例と同じ参照番号を付している。また、2つの水素貯蔵タンク20a, 20bのそれぞれのために設けられる構造については、第3実施例における対応する部分の参照番号に、記号a, bを加えた参照番号を付している。

【0076】

燃料電池システム710では、冷媒流路270から分岐する冷媒流路272は、さらに冷媒流路272a, 272bに分岐する。そして、冷媒流路272aは一方の水素貯蔵タンク20aを通過し、冷媒流路272bは他方の水素貯蔵タンク20bを通過するように形成されている。また、冷媒流路272a, 272bのそれぞれから分岐して、水素貯蔵タンクをバイパスするように形成された冷媒流路273a, 273bが設けられている。冷媒流路271は、燃料電池30の下流側で、冷媒流路271a, 271bに分岐する。これら冷媒流路271a, 271bは、それぞれ、上記冷媒流路273a, 273bに接続する。

【0077】

冷媒流路272a, 272bは、水素貯蔵タンク20a, 20bの下流側で合流して冷媒流路774となり、ラジエータ50に接続する。冷媒流路272a, 272bが冷媒流路774となる合流部には、流量調整弁768が設けられている。この流量調整弁768を制御して、冷媒流路272a, 272bのいずれから冷媒流路774への冷媒の流入を禁止すると、対応する水素貯蔵タンク20内での冷媒の流通を停止させることができる。そのため、2つの水素貯蔵タンク20a, 20bのうち、いずれか一方のみを使用する場合には、上記流量調整弁768を調節することで、使用しない側の水素貯蔵タンク20での冷媒の流通を停止させることができる。

【0078】

以上のように構成された第8実施例の燃料電池システム710によれば、2つの水素貯蔵タンク20を備える場合にも、燃料電池30および水素貯蔵タンク20を通過する冷媒流量の制御において、第3実施例と同様の動作を行なうことが可能であり、同様の効果を得ることができる。

【0079】

図12は、第9実施例の燃料電池システム810の構成を表わす説明図である。燃料電池システム810は、第6実施例の燃料電池システム510と類似する構成を有しているが、2つの水素貯蔵タンク20a, 20bを有している点が異なっている。図12では、第6実施例と共通する部分には第6実施例と同じ参照番号を付している。また、2つの水素貯蔵タンク20a, 20bのそれぞれのために設けられる構造については、第6実施例における対応する部分の参照番号に、記号a, bを加えた参照番号を付している。

【0080】

燃料電池システム810では、冷媒流路573から分岐する冷媒流路574は、さらに冷媒流路574a, 574bに分岐する。そして、冷媒流路574aは一方の水素貯蔵タンク20aを通過し、冷媒流路574bは他方の水素貯蔵タンク20bを通過するように形成されている。

【0081】

冷媒流路574a, 574bは、水素貯蔵タンク20a, 20bの下流側で冷媒流路575と合流して冷媒流路576となり、ラジエータ50に接続する。冷媒流路574aには開閉弁868が設けられており、冷媒流路574bには開閉弁869が設けられている。各開閉弁を開状態とすることで、対応する水素貯蔵タンク20内に冷媒を通過させることができ、各開閉弁を閉状態とすることで、対応する水素貯蔵タンク20内での冷媒の流通を停止させることができる。そのため、2つの水素貯蔵タンク20a, 20bのうち、いずれか一方のみを使用する場合には、上記開閉弁868, 869を調節することで、使用しない側の水素貯蔵タンク20での冷媒の流通を停止させることができる。

【0082】

以上のように構成された第9実施例の燃料電池システム810によれば、複数

の水素貯蔵タンク 2 0 を備える場合にも、燃料電池 3 0 および水素貯蔵タンク 2 0 を通過する冷媒流量の制御において、第 6 実施例と同様の動作を行なうことが可能であり、同様の効果を得ることができる。

【0 0 8 3】

なお、上記第 7 ないし第 9 実施例では、説明の簡単のために 2 つの水素貯蔵タンク 2 0 a, 2 0 b を備えることとしたが、3 つ以上の水素貯蔵タンクを備えることとしても良い。この場合には、各水素貯蔵タンク 2 0 内を同様に冷媒が通過するように、水素貯蔵タンク 2 0 の数に応じて冷媒流路の分岐の数を増やし、分岐するそれぞれの冷媒流路において必要なバルブを設ければ良い。すなわち、図 1 0 ~ 図 1 2 のそれぞれにおいて破線で囲って示した構成を、設けるべき水素貯蔵タンクの数に応じて増加させればよい。

【0 0 8 4】

F. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0 0 8 5】

F 1. 変形例 1：

既述した第 1 ないし第 9 実施例では、燃料電池 3 0 は固体高分子型燃料電池としたが、他種の燃料電池を用いることとしても良い。例えば、りん酸型燃料電池やアルカリ電解質型燃料電池を用いることができる。燃料電池を冷却するために冷媒を用いる燃料電池であれば適用可能であり、用いる燃料電池の運転温度に応じて、水素貯蔵タンクが備える水素吸蔵合金を適宜選択すると共に、水素供給部から供給する水素圧力を適宜設定すればよい。水素供給部が供給する水素の圧力が平衡圧となるときの水素吸蔵合金の温度が、燃料電池の定常運転時の温度よりも高くなるように構成すれば良い。

【0 0 8 6】

なお、固体高分子型燃料電池は、燃料電池の中でも定常運転時の運転温度が特に低いため、水素吸蔵合金を選択する際の自由度を増すことができる。また、固

体高分子型燃料電池のように運転温度が低い燃料電池を用いる場合には、冷媒として水を用いることが可能となる。

【0087】

F2. 変形例2:

既述した第1ないし第9実施例の水素貯蔵タンクは、水素を吸蔵して貯蔵する水素吸蔵材として、水素吸蔵合金を備えることとしたが、水素吸蔵合金に加えて、水素を吸蔵（吸着）可能な他の材料をさらに備えることとしても良い。例えば、水素吸蔵剤として、活性炭やカーボンナノチューブをさらに備えることとしても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施例の燃料電池システム10の概略構成を表わす説明図である。

【図2】 種々の水素吸蔵合金における平衡水素圧と温度との関係を示す説明図である。

【図3】 冷媒流路70中を循環する冷媒がラジエータ50で冷却される様子を模式的に表わす説明図である。

【図4】 冷媒および空気の温度変化の様子を表わす説明図である。

【図5】 第2実施例の燃料電池システム110の構成を表わす説明図である。

【図6】 第3実施例の燃料電池システム210の構成を表わす説明図である。

【図7】 第4実施例の燃料電池システム310の構成を表わす説明図である。

【図8】 第5実施例の燃料電池システム410の構成を表わす説明図である。

【図9】 第6実施例の燃料電池システム510の構成を表わす説明図である。

【図10】 第7実施例の燃料電池システム610の構成を表わす説明図である。

【図 1 1】 第 8 実施例の燃料電池システム 7 1 0 の構成を表わす説明図である。

【図 1 2】 第 9 実施例の燃料電池システム 8 1 0 の構成を表わす説明図である。

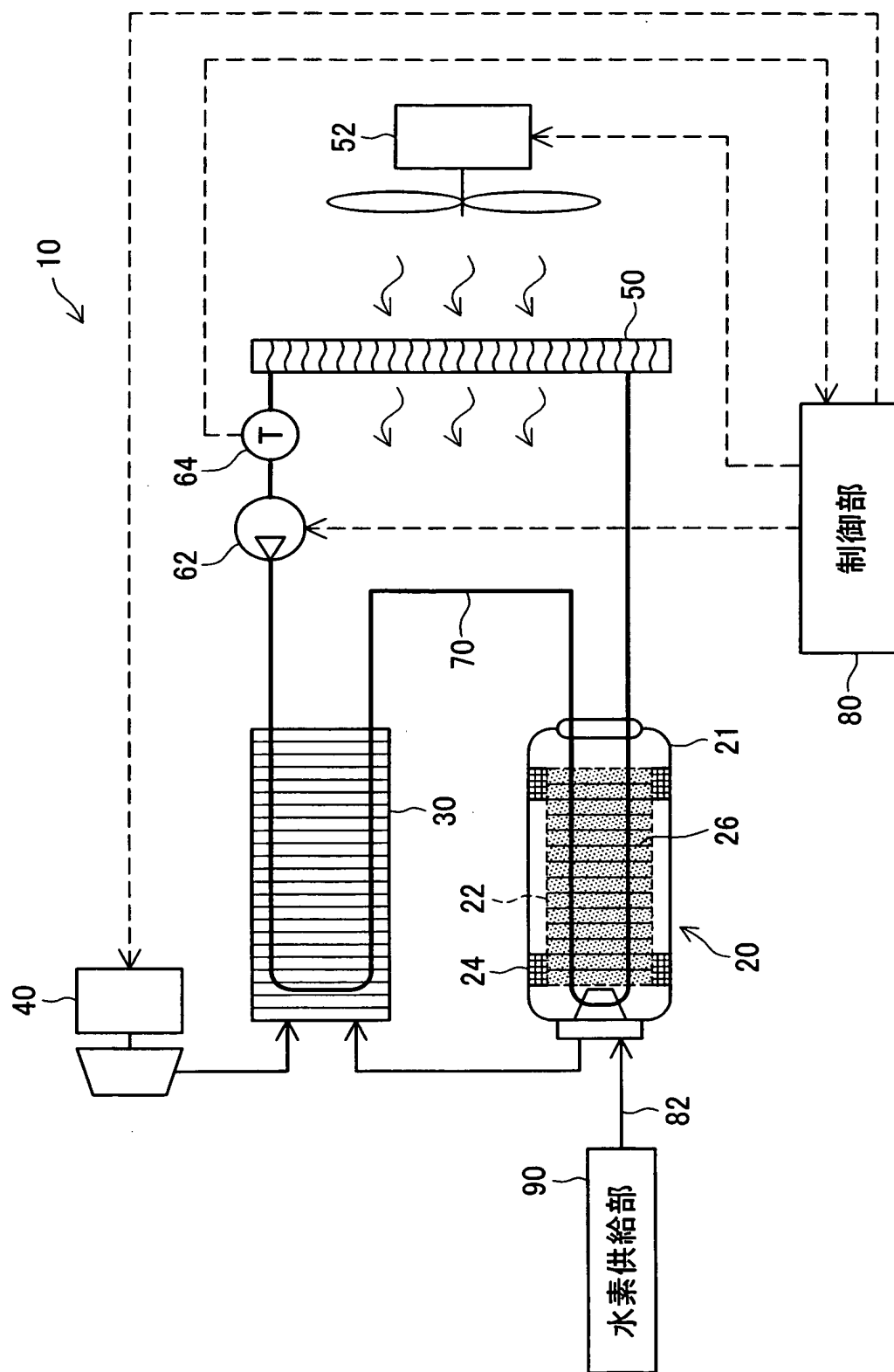
【符号の説明】

1 0, 1 1 0, 2 1 0, 3 1 0, 4 1 0, 5 1 0…燃料電池システム
2 0…水素貯蔵タンク
2 0 a, 2 0 b…水素貯蔵タンク
2 1…ケース
2 2…吸蔵合金封入部
2 4…支持体
2 6…フィン
3 0…燃料電池
4 0…コンプレッサ
5 0…ラジエータ
5 2…冷却ファン
6 2, 2 6 2, 5 6 2…ポンプ
6 4, 1 6 4, 2 6 4, 4 6 4, 5 6 4…温度センサ
7 0, 1 7 0, 4 7 0, 5 7 0, 6 7 0…冷媒流路
8 0…制御部
8 2…高圧水素供給路
9 0…水素供給部
1 6 2, 1 6 3…ポンプ
1 7 1…冷媒流路
2 6 6, 2 6 7…流量調整弁
2 7 0～2 7 3…冷媒流路
2 7 1 a, 2 7 1 b…冷媒流路
2 7 2 a, 2 7 2 b…冷媒流路
2 7 3…冷媒流路

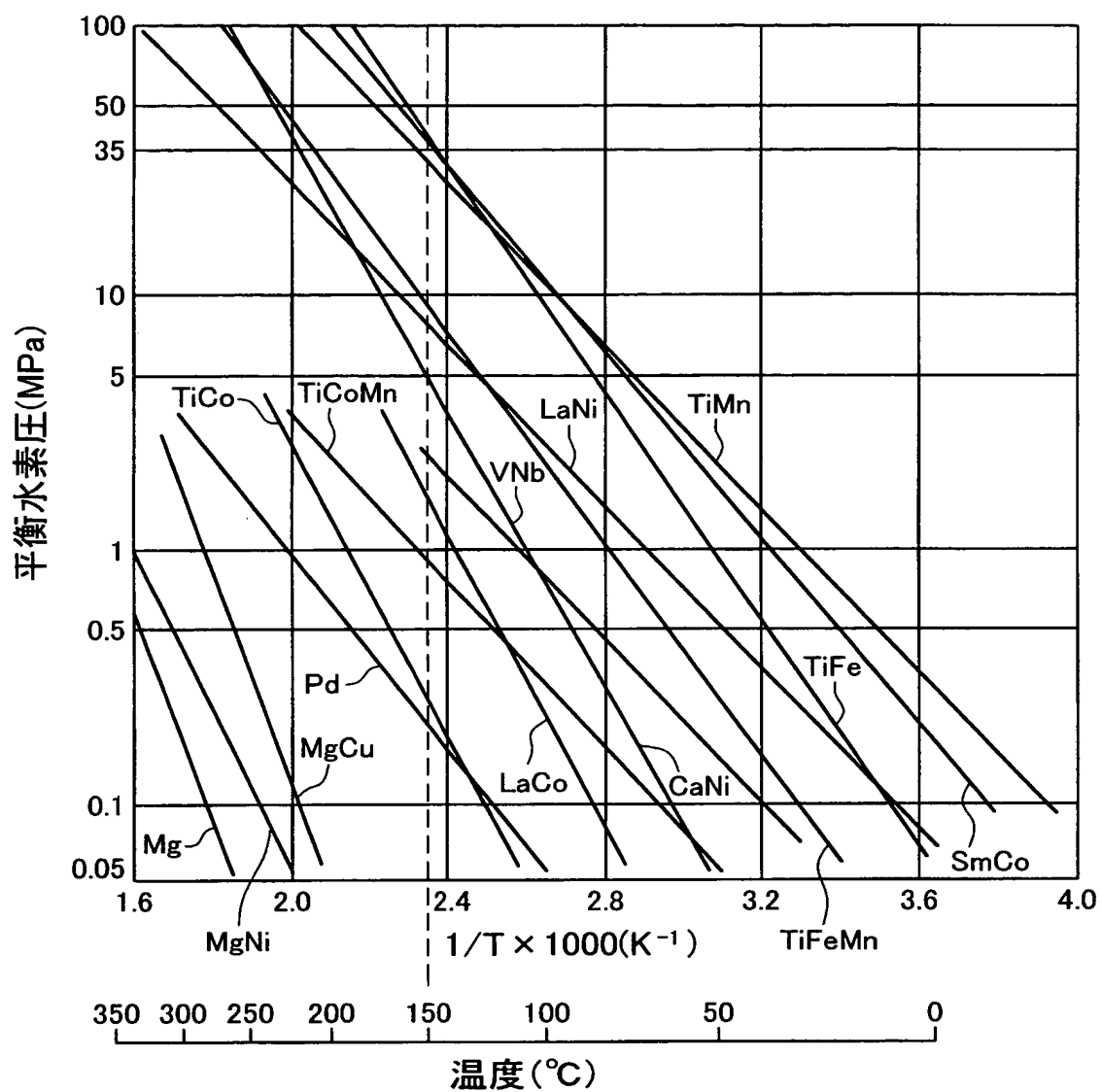
2 7 3 a, 2 7 3 b…冷媒流路
3 6 2, 3 6 3…ポンプ
4 6 2, 4 6 3, 4 6 5…ポンプ
4 7 1 ~ 4 7 3…冷媒流路
5 6 6, 5 6 7…流量調整弁
5 7 1 ~ 5 7 6…冷媒流路
5 7 4 a, 5 7 4 b…冷媒流路
6 1 0, 7 1 0, 8 1 0…燃料電池システム
6 6 8, 6 6 9…開閉弁
6 7 1 ~ 6 7 3…冷媒流路
7 6 8…流量調整弁
7 7 4…冷媒流路
8 6 8, 8 6 9…開閉弁

【書類名】 図面

【図 1】

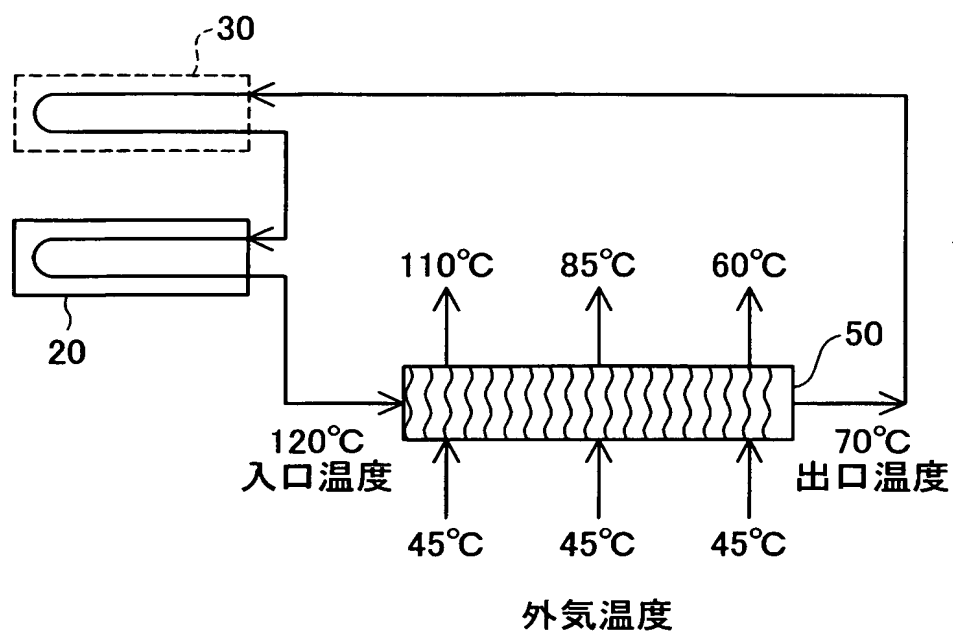


【図 2】

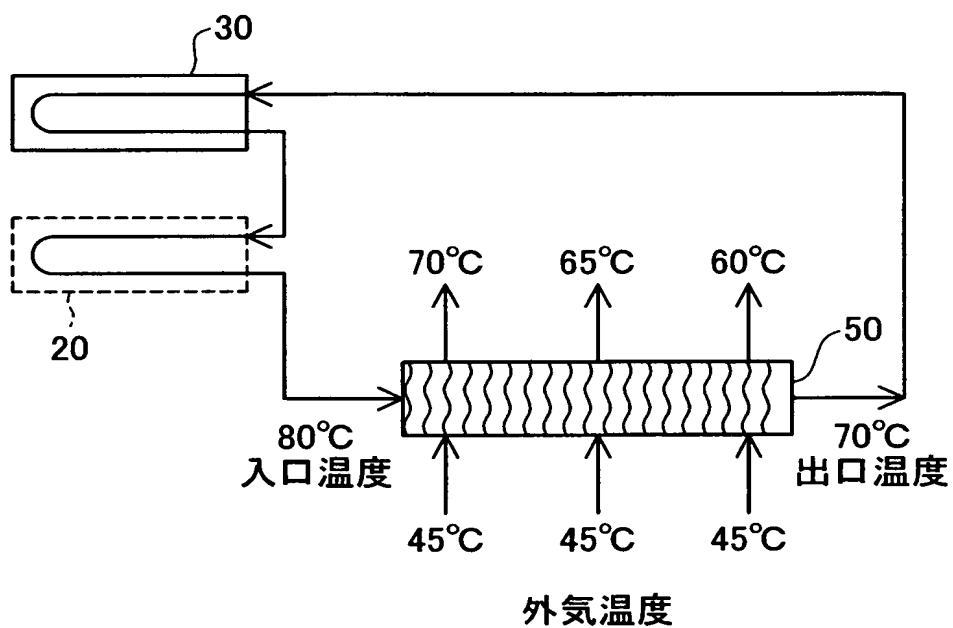


【図 3】

(A)

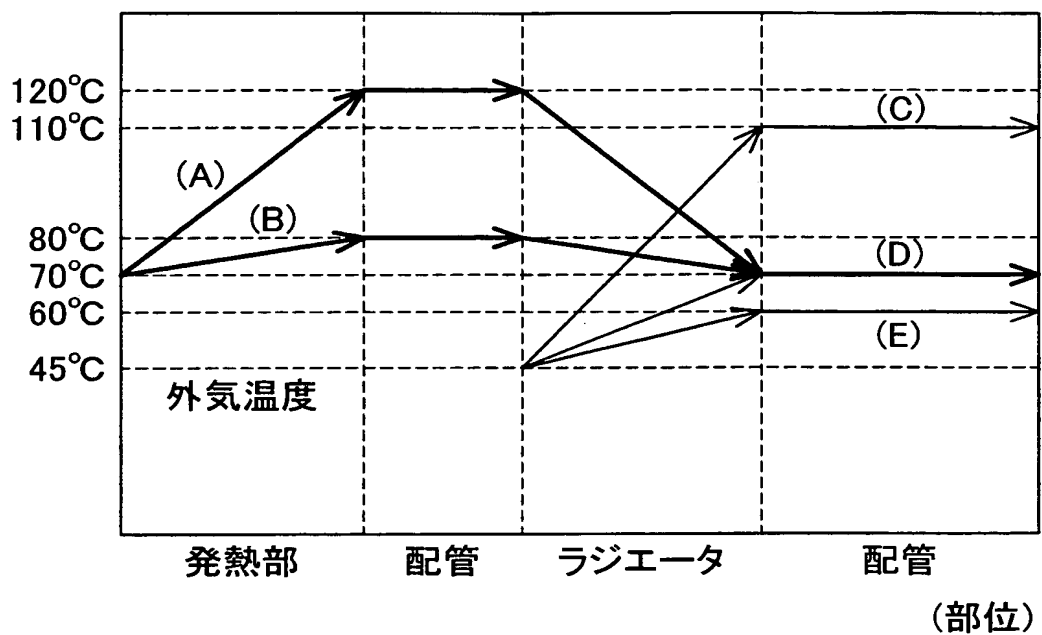


(B)

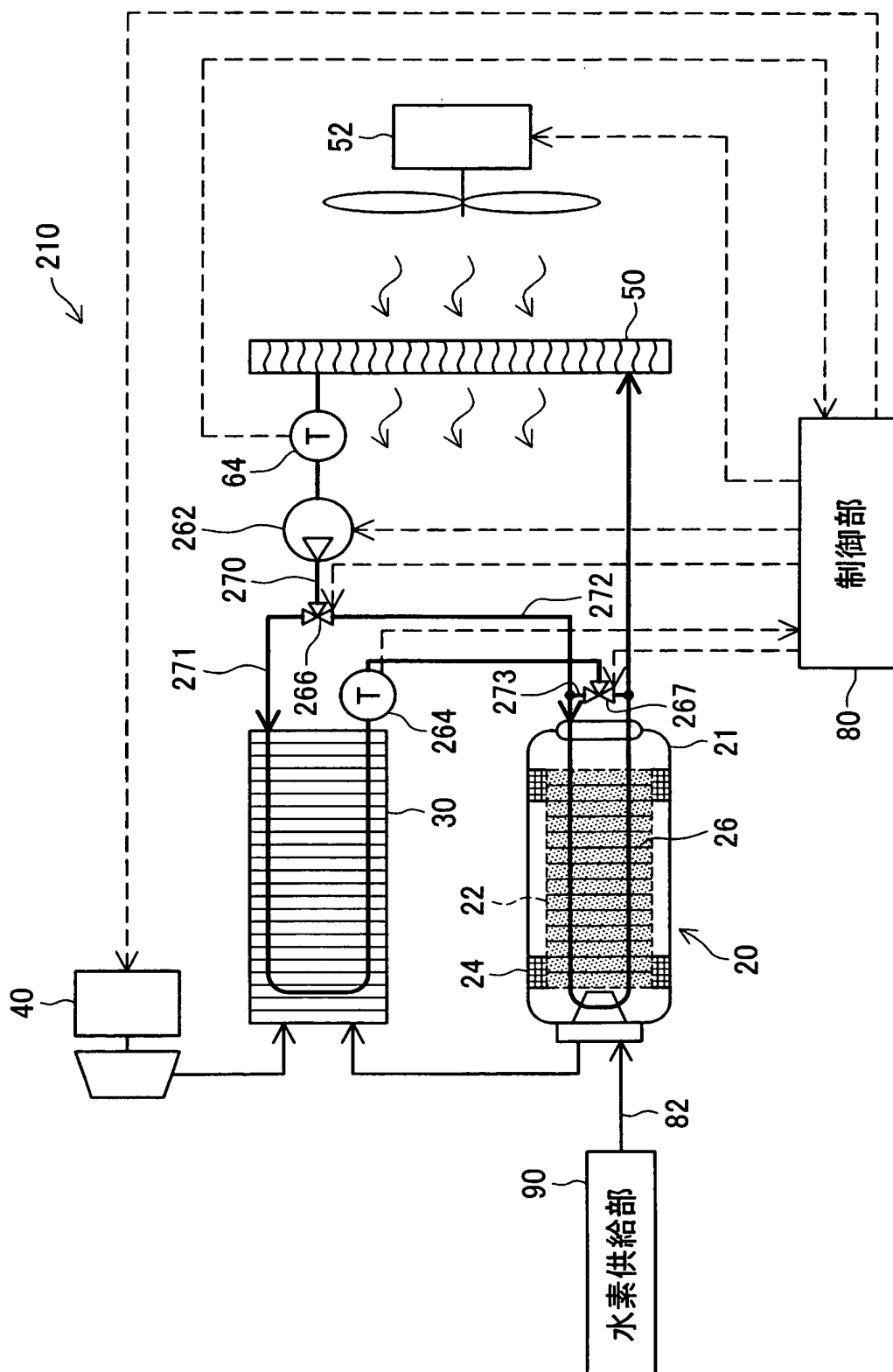


【図 4】

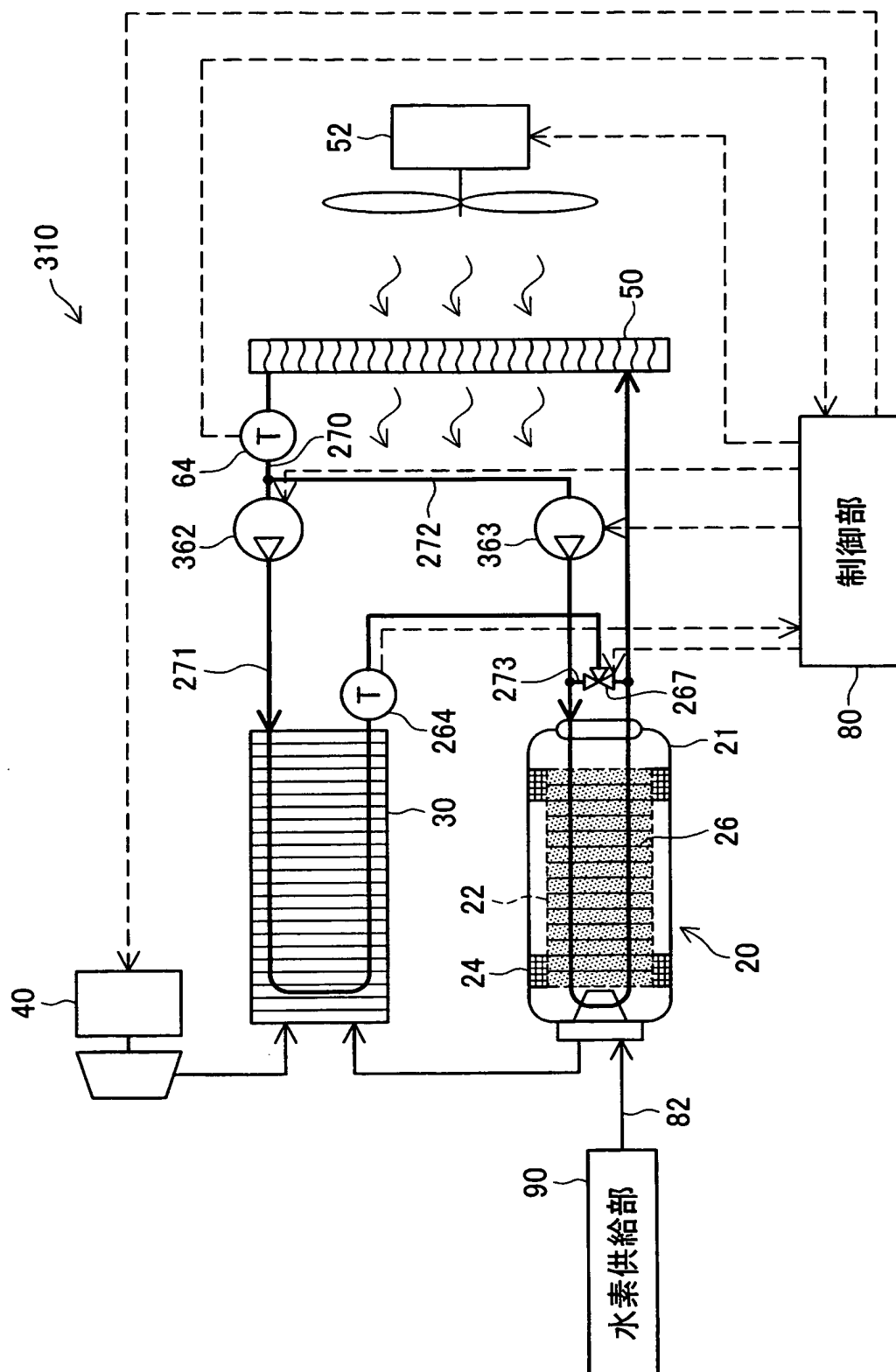
温度(°C)



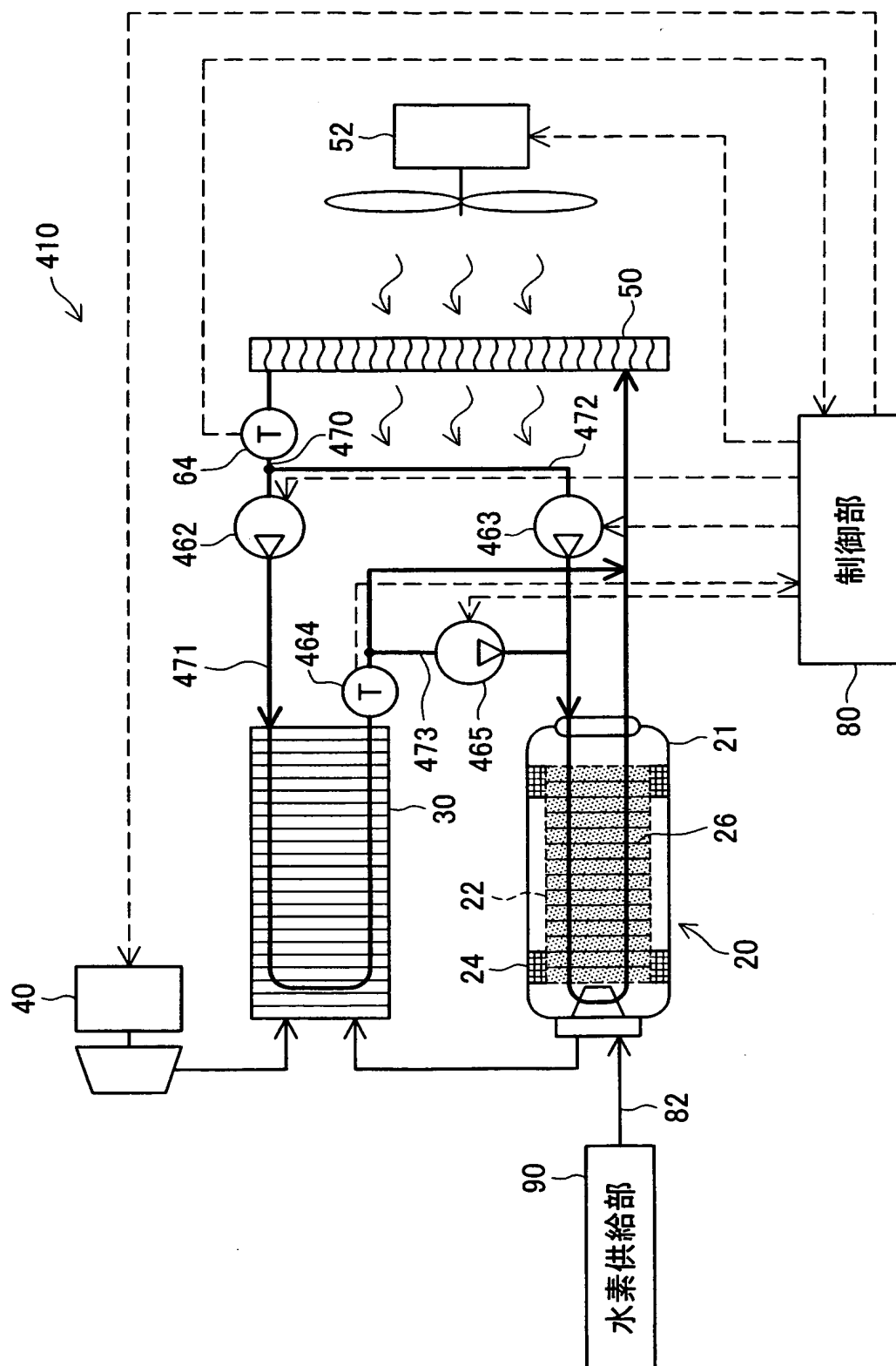
【図 6】



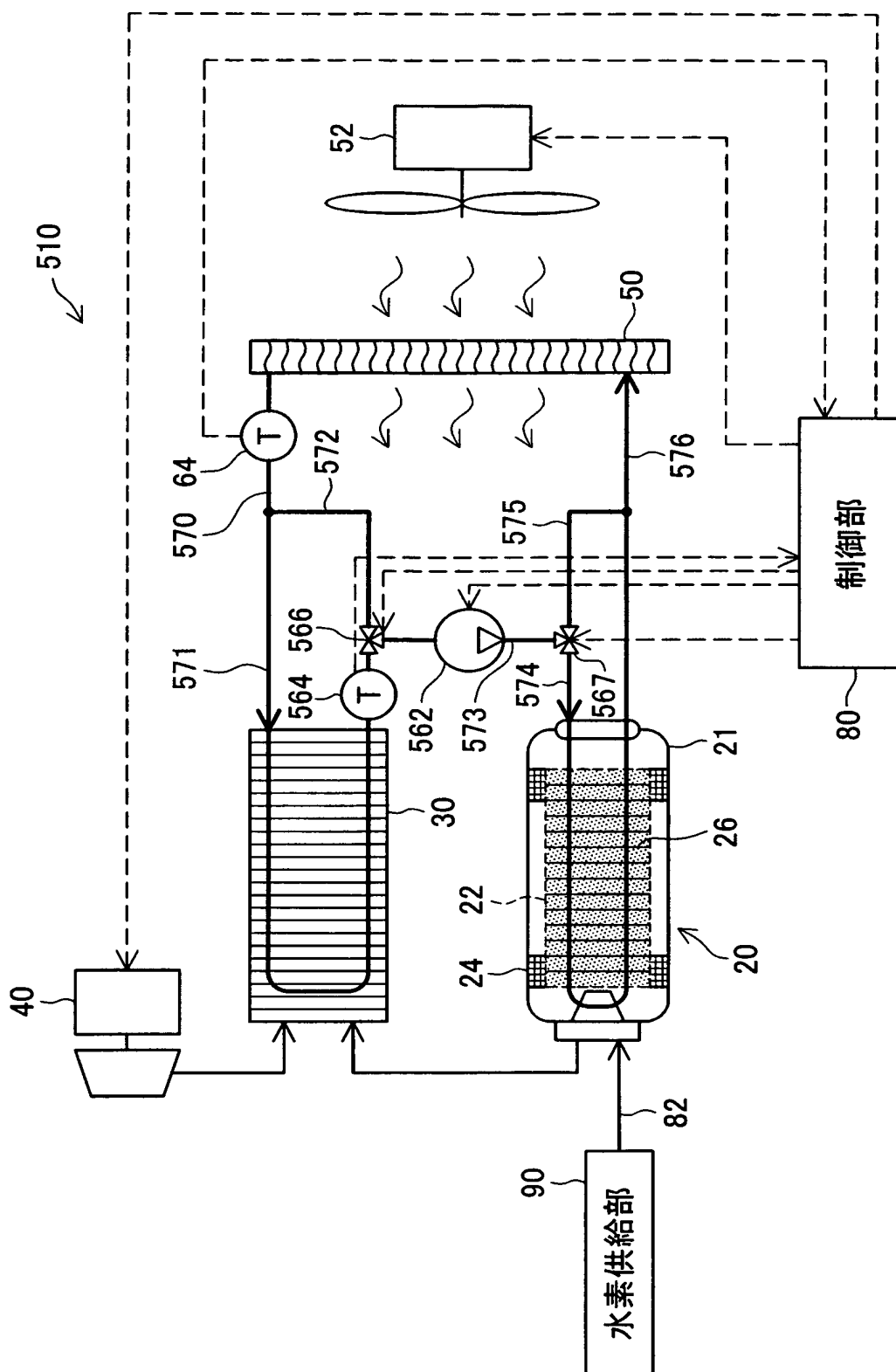
【図 7】



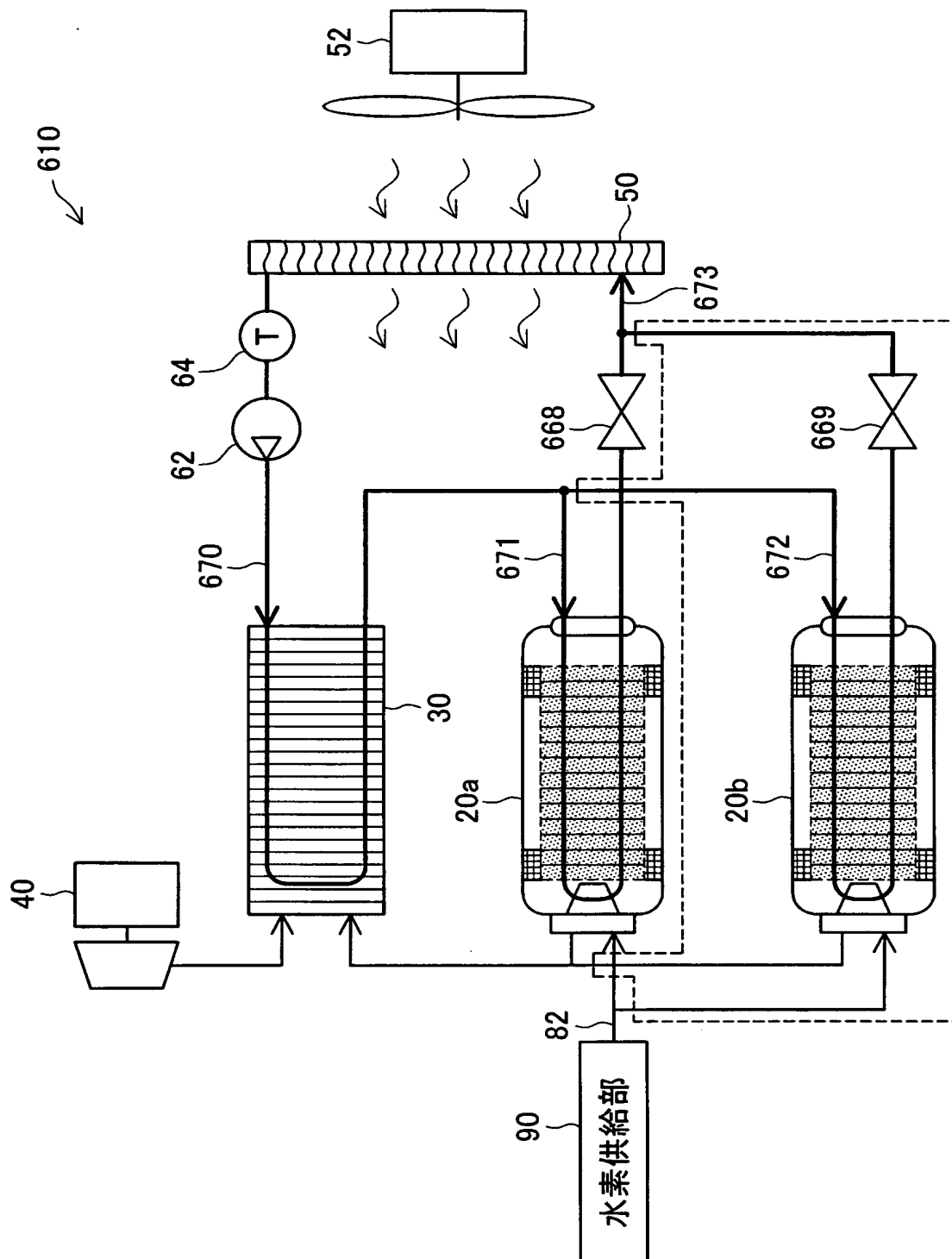
【図 8】



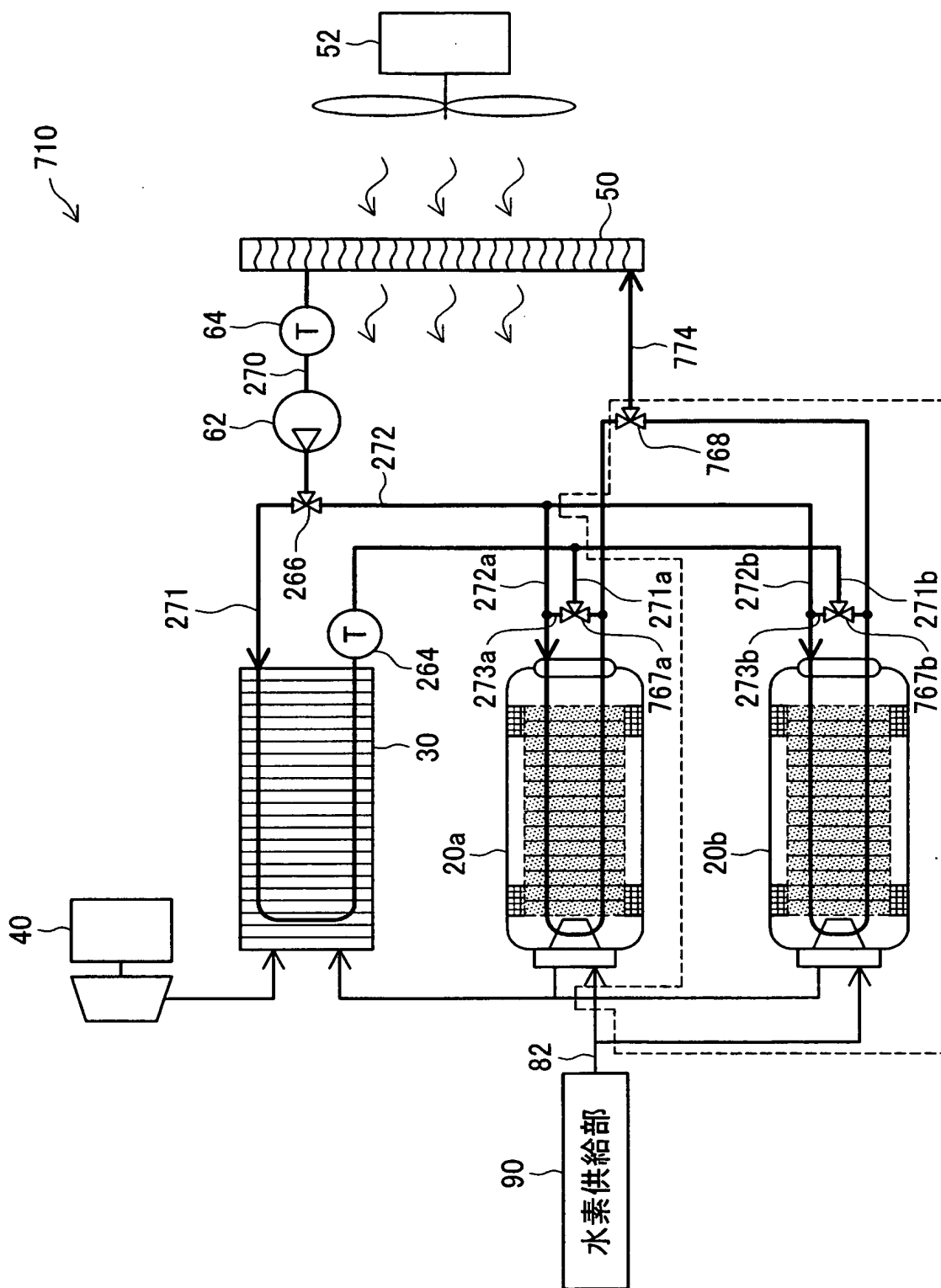
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水素吸蔵合金を用いるシステムにおいて、システム構成をより簡素化する技術を提供する。

【解決手段】 燃料電池システム 1 0 では、冷媒を循環させる冷媒流路 7 0 は、燃料電池 3 0 と、水素吸蔵合金を備える水素貯蔵タンク 2 0 と、ラジエータ 5 0 のそれぞれと冷媒との間で、熱交換を行なうように、形成されている。この燃料電池システム 1 0 は、水素供給部 9 0 が供給する水素の圧力が平衡圧となる時の水素貯蔵タンク 2 0 における水素吸蔵合金温度が、燃料電池 3 0 の定常運転時の温度よりも高くなるように構成されている。そして、水素貯蔵の際には、燃料電池 3 0 の冷却に用いた冷媒を利用して水素貯蔵タンク 2 0 を冷却することで、水素吸蔵の動作が促進される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 1 3 5 7

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

特願 2003-071357

出願人履歴情報

識別番号

[000003218]

1. 変更年月日

2001年 8月 1日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

氏 名

株式会社豊田自動織機